

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- ~~BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS~~
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 23 895 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
G 03 C 9/00
G 03 B 35/16
G 02 B 27/22
H 04 N 13/04
H 04 N 1/23

②① Aktenzeichen: P 41 23 895.8
②② Anmeldetag: 18. 7. 91
④③ Offenlegungstag: 21. 1. 93

⑦① Anmelder:

Just, Dieter, Dipl.-Phys. Dr., 8918 Dießen, DE; Runge,
Hartmut, Dipl.-Ing., 8031 Seefeld, DE

⑦② Erfinder:

gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur autostereoskopischen Bild-, Film- und Fernseh wiedergabe

DE 41 23 895 A 1

DE 41 23 895 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Realisierung eines autostereoskopischen Displays, das eine dreidimensionale Wiedergabe von Bildszenen ermöglicht.

Seit langem wird nach technischen Möglichkeiten gesucht, dem Betrachter eines Bildschirms einen natürlich wirkenden räumlichen Eindruck zu vermitteln. Daß bis heute keine der bekannten Techniken eine nennenswerte kommerzielle Verwendung gefunden hat, deutet auf inhärente Beschränkungen der bekannten Methoden hin. Ein Überblick der bisherigen Verfahren wird in dem Artikel "Three-Dimensional Displays" von Takanori Okoshi, in Proceedings of the IEEE, Vol. 68, No. 5, Mai 1980, Seiten 548 – 564, sowie in dem Artikel von A. Korpnik und M. Waldowski "Auf dem Wege zum dreidimensionalen Fernsehen", erschienen in Fernsehen und Kino- Technik, 1991, Heft 1, Seiten 47 – 50, gegeben.

Eine Änderung dieser Situation zeichnet sich seit einigen Jahren bei stereoskopischen Displays ab, die mit Hilfe von Polarisations- oder Shutterbrillen eine dreidimensionale Betrachtung ermöglichen. Allerdings ist bei stereoskopischen Displays nur eingeschränkt von einer dreidimensionalen Wiedergabe zu sprechen, da keine Parallaxe vorhanden ist. D. h. das wahrgenommene "räumliche" Bild bleibt immer gleich und zeigt keine Änderung mit der Betrachtungsposition. Es läßt sich also nicht um einen Gegenstand "herumschauen", wie es in der Wirklichkeit oder auch bei Hologrammen der Fall ist. Weiterhin ist der notwendige Gebrauch einer speziellen Brille ein einschränkender Faktor.

Autostereoskopische Displays sind hier eine "natürliche" Erweiterung der stereoskopischen Displays, die diese beiden Nachteile vermeiden. Sie bieten eine vollständige Parallaxe, so daß der Betrachter bei Variation seiner Position die 3D-Szene aus verschiedenen Blickwinkeln beobachten kann, wobei Teile der Szene verschwinden können, während andere sichtbar werden.

In der Literatur zu autostereoskopischen Displays dominieren vor allem das sog. Linsengitter (eng. "lenticular-sheet") Verfahren und holographische Techniken. Beiden Methoden mangelt es jedoch an Flexibilität, um für breite Anwendungen in Frage zu kommen. Darüber hinaus bestehen praktische Probleme der Implementierung. Einige der Nachteile seien hier kurz skizziert: Linsengitter zur Darstellung einer Parallaxe basieren auf einer ineinandergeschachtelten Anordnung verschiedener Perspektiven eines 3D-Objektes hinter einem Gitter von Zylinderlinsen. Dieses Gitter projiziert die einzelnen Perspektiven in verschiedene Winkelbereiche, so wie sie sich auch für ein reales Objekt darstellen würden. Bewegt sich ein Beobachter parallel zum Linsengitter, so ergibt sich damit die gewünschte Parallaxe. Die optischen Anforderungen an die Linsen sind jedoch enorm, insbesondere für größere Betrachtungswinkel. Die Linsen müssen gewöhnlich sehr kleine f-Zahlen aufweisen, was wiederum verstärkte Aberrationen bedingt. Bis heute lassen sich keine Linsengitter anfertigen, die eine ausreichende Qualität besitzen, um für die meisten Applikationen interessant zu sein. Die Anpassung vom Linsengitterabstand und der Perspektivenanordnung schafft weitere Probleme. Letztlich ist die Verwendung von photographischem Film zur Aufzeichnung der Perspektiven hinter dem Gitter, wenn auch prinzipiell durch flexiblere Medien ersetzbar, praktisch schwer zu umgehen. Einen Überblick des Standes der Entwicklung auf diesem Gebiet wird in dem Artikel von R. Börner, "Autostereoskopische 3D-Systeme mit Zwischenbildern in

Linsenrastergroßbildschirmen", erschienen in Fernsehen und Kino- Technik, 1990, Heft Nr. 10 und 11, Seiten 556 – 564 sowie 628 – 636 gegeben.

Ähnliche Einschränkungen gelten für holographische Verfahren zur Autostereoskopie. Die holographischen Methoden benutzen anstelle des Linsengitters, eine Anordnung von Sub-Hologrammen in denen die verschiedenen Perspektiven holographisch aufgezeichnet sind. Eine Parallaxe entsteht, wenn ein Beobachter sich entlang der Sub-Hologramme bewegt. So eindrucksvoll Hologramme in der Betrachtung sein können, praktisch sind sie kaum als Displays tauglich, abgesehen von der Verwendung als unveränderliches Schau- oder Dekorationsstück. Die meisten Displaysituationen erfordern sehr feine Hologrammstrukturen. Damit kommt praktisch nur Elektronenstrahl-Lithographie für die synthetische Herstellung in Frage und die erreichbaren Displayflächen sind dadurch auf wenige Quadratzentimeter beschränkt. Außerdem ist es bis heute nicht gelungen, Farbe auf einfache Weise in holographische Techniken einzubringen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der aufgezeigten Schwierigkeiten ein autostereoskopisches Display zu schaffen, das ohne den Benutzer einschränkende Hilfsmittel, wie z. B. eine Brille, auskommt. Ferner soll die gewohnte Bildqualität einer Bild- oder Filmprojektion, eines Fernsehgerätes oder Rechnerbildschirms nicht eingeschränkt werden. Gemäß der Erfindung ist dies bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 durch die Merkmale in dessen kennzeichnenden Teil erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die genannten Nachteile, die hauptsächlich auf das räumliche Multiplexen der Parallaxeninformation zurückzuführen sind, durch zeitliches Multiplexen der Bildinformation ersetzt. Dadurch können prinzipiell herkömmliche Bildschirme verwendet werden, die die Einschränkungen bezüglich Größe, Qualität und Farbgebung der bisherigen 3D-Darstellungstechniken vermeiden.

Die Leistungsfähigkeit des Systems ist im wesentlichen nur noch durch die Bandbreite beschränkt, mit der auf die Bildinformation zugegriffen und sie wiedergegeben werden kann. Die benötigte Bandbreite wird jedoch bereits heute für die erforderlichen Komponenten erreicht. Dabei ist das System robust und einfach im Aufbau und erfordert keine besonderen Justierungen, die Probleme in der Fertigung aufwerfen könnten.

Damit ist das erfindungsgemäße Verfahren gut geeignet für alle Anwendungen bei denen ein Darstellungsmedium, das echte 3D-Darstellungen erlaubt, von Vorteil ist. Dies ist z. B. im CAD/CAM-Bereich, beim sog. Molecular Modelling, der medizinischen Bildverarbeitung, etc. der Fall. Hervorzuheben ist insbesondere, daß es sich um ein interaktives System handelt. Selbst Echtzeit-Applikationen sind in naher Zukunft denkbar. Die benötigten technischen Komponenten sind bereits entwickelt, so daß bei entsprechenden Preisen auch die Anwendung im Konsumbereich, wie z. B. Fernseh- und Videogeräten sowie allgemein im Bereich der Animation, möglich ist.

Zunächst wird das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben, um dann anhand von typischen Konstruktionsparametern ein Ausführungsbeispiel zu erläutern. In einem weiteren Schritt werden Details und Modifikationen beschrieben, die vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens auf-

zeigen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es wird der Begriff "Shutter" für eine Einrichtung verwendet, die zwischen optisch transparent und undurchsichtig umgeschaltet werden kann. Es zeigt

Fig. 1 Prinzip der autostereoskopischen Wahrnehmung.

Fig. 2a Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Draufsicht.

Fig. 2b Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in perspektivischer Sicht.

Fig. 3 Aufbau des Shutters für horizontale Parallaxe.

Fig. 4 Parallaxe eines Volumenpunktes.

Fig. 5 Zusammenhang zwischen angezeigter Perspektive und Shuttersegment.

Zum Verständnis ist es nützlich sich zunächst das Prinzip der Autostereoskopie zu vergegenwärtigen. Fig. 1 zeigt schematisch die Betrachtung eines Volumens von zwei Kopfpositionen A und B aus. In einer festen Position "sieht" der Betrachter mit jedem Auge eine andere Perspektive. Dadurch ergibt sich für diese Beobachterposition ein stereoskopisches Perspektivenpaar, das den räumlichen Eindruck vermittelt. Bewegt sich der Betrachter von A nach B, so wechselt Perspektive auf Perspektive. Damit ist eine volle horizontale Parallaxe realisiert.

Fig. 2a in der Draufsicht und Fig. 2b in der perspektivischen Sicht zeigen den prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Betrachter blickt durch eine Anordnung von elektro-optischen Shuttersegmenten auf einen dahinter liegenden zweidimensionalen Bildschirm (1). Der sog. Shutter (2) ist in Bild 3 dargestellt und besteht aus Segmenten (3), die für die Realisierung einer horizontalen Parallaxe, wie im Bild gezeigt, streifenförmig ausgebildet sind. Um auch eine vertikale Parallaxe zu realisieren, muß auch eine vertikale Segmentierung erfolgen. Die Shuttersegmente werden in einem bestimmten Takt optisch durchsichtig bzw. undurchsichtig geschaltet. Synchron zur Öffnung eines Shuttersegmentes wird auf dem Bildschirm eine bestimmte Perspektive angezeigt. Wie im folgenden beschrieben, nimmt der Beobachter, bei einem geeigneten Zusammenspiel von dargebotenen Perspektiven und jeweils geöffneten Shutterelementen, ein virtuelles Volumen wahr. Dieses Abbild des darzustellenden Objektes oder der Szene ist in Fig. 2a und Fig. 2b gestrichelt eingezeichnet. Die Lage des Volumens kann, je nach Perspektivenwahl vor oder hinter dem Bildschirm liegen, oder diesen gar durchdringen.

Zu jedem Zeitpunkt ist genau ein Shuttersegment (3) geöffnet, während auf dem Bildschirm (1) ein geeignetes Bild dargeboten wird. Dieses Bild muß die Eigenschaft haben, daß es durch das gerade geöffnete Shuttersegment (3) betrachtet, jeder Position auf der Sehlinie die perspektivisch richtige Teilansicht der 3D-Szene bietet.

Für einen Punkt des virtuellen Volumens und eines Shuttersegmentes (3) erhält man das dazugehörige Bildelement, indem man die Verbindungslinie Volumenpunkt - Shuttersegmentmittelpunkt mit der Bildelebene schneidet (siehe Fig. 4). Das Bildelement (engl. "Pixel"), das diesem Schnittpunkt am nächsten ist, muß genau dann "aufleuchten", wenn sich das entsprechende Shuttersegment öffnet. Ist der Öffnungs- und Schließzyklus genügend kurz, so entsteht aufgrund der Trägheit des Auges ein "stehendes" Bild und der Shutter erscheint permanent geöffnet. Ein Beobachter,

der sich parallel zum Shutter und Bildschirm bewegt, sieht dann einen gegebenen Punkt (z. B. Punkt A in Fig. 3) aus seinen wechselnden Perspektiven. Aus den unterschiedlichen Perspektiven beider Augen ergibt sich ein Stereoeffekt. Damit realisiert das erfindungsgemäße Verfahren ein perfektes autostereoskopisches Display.

Für ein vorgegebenes Shuttersegment (3) ist die dazugehörige und anzuzeigende Bildinformation gerade die perspektivische Bildinformation, die ein monokularer Betrachter von der Mitte des jeweiligen Shuttersegmentes aus wahrnehmen würde (siehe Fig. 5). Von diesen Positionen, den Zentren der Shuttersegmente (3), werden vorteilhafterweise die Aufnahmen der darzustellenden Szene, die dann auf dem Bildschirm (1) angezeigt werden, gemacht. Dies kann bei einer natürlichen Szene mit einer Kamera erfolgen. Liegen bereits Aufnahmen einer 3D-Szene vor, die aber nicht aus der Position der Zentren der Shuttersegmente gewonnen wurden, werden sie entsprechend der Aufnahme- und Shuttergeometrie in geeigneter Weise zerlegt, um die so aus verschiedenen Aufnahmen gewonnenen Teilbilder zu einem synthetischen neuen Bild zusammenzusetzen und auf dem Bildschirm (1) zu einem Zeitpunkt anzuzeigen. Bei in Rechnern generierten dreidimensionalen Szenen werden die Bilder mit der in rechnerunterstützten Designprogrammen üblichen Option für Perspektivendarstellung von den entsprechenden Positionen aus berechnet.

Die erforderliche Anzahl der Shuttersegmente (3) ist durch die Anzahl der gewünschten Perspektiven festgelegt. Die erforderliche Bildwiederholrate des verwendeten Bildschirms ergibt sich aus dem Produkt der Anzahl von Perspektiven mit der gewünschten Bildwiederholrate innerhalb einer Perspektive. Bei dem im folgenden zugrunde gelegten Ausführungsbeispiel wird von einer Perspektivenzahl von 30-40 ausgegangen. Bei einer Bildwiederholrate von 50 Hz innerhalb einer Perspektive kommt man auf eine geforderte Bildwiederholrate des zu verwendenden Bildschirms (1) von bis zu 2000 Bildern pro Sekunde.

Bei Verwendung einer Kathodenstrahlröhre als Bildschirm (1) führt dies zu einer sehr hohen Analogsignalbandbreite, für die bis heute in der Bildschirmtechnik kein Bedarf bestand. Bei schnellen Oszillographen werden jedoch durchaus die geforderten Bandbreiten erreicht, so daß eine Kathodenstrahlröhre für die erforderliche Bildwiederholrate prinzipiell realisierbar ist.

Alternativ bieten sich mehrere Arten von Flachbildschirmen an, z. B. die sog. ferroelektrischen LCDs, wie sie in der Firmenbroschüre von Hoechst Chemie vom 18. April 1991 mit dem Titel "Materials for Ferroelectric LCDs: Felix and Polix" beschrieben werden, weiter sog. AG Plasma Panels und Elektrolumineszenzbildschirme, z. B. beschrieben in dem Artikel von T.R. Steyer und W.F. Goede, "Challenges of advanced display technology development", Proceedings of SPIE, Vol. 199, 1979, Seiten 48-52. Weiterhin sind Anzeigen, die sog. PLZT Keramik verwenden, anwendbar. Diese sind z. B. in dem Artikel von James R. Phillips "Advanced technology: PLZT Ceramics" in der Zeitschrift Information Display, Heft 4, 1989, Seiten 11-13 beschrieben.

Maßgeblich für die Auswahl eines Bildschirms sind die Bildelementschaltzeiten, die kleiner als eine Millisekunde sein sollten. Dieses Kriterium wird von den oben angegebenen Technologien erfüllt. Ein weiteres Auswahlkriterium ist die erforderliche hohe Lichtstärke, die von der Anzahl der realisierten Perspektiven abhängt.

Das Problem der hohen Analogsignalbandbreite, wie es bei der Verwendung der Elektronenstrahlröhre auftritt, läßt sich bei den o. g. Flachbildschirmen vermeiden, da die Bildzeilen bzw. Spalten parallel ansteuerbar sind. Die Bildinformation kann für die Zeilen bzw. Spalten in parallelen Video-Halbleiterspeichern, sog. RAMs abgelegt und über entsprechende Controller parallel, also mit verminderter Bandbreite, in den Bildschirm übertragen werden. Damit wird eine maximale Reduzierung der erforderlichen Speicherzugriffszeit um einen Faktor, der gleich der Zeilen- bzw. Spaltenzahl ist, erreicht.

Für den optischen Shutter können ähnliche Technologien angewendet werden, wie sie oben für die Flachbildschirme beschrieben sind. Ferner sind mechanische Realisierungen, z. B. mit einem umlaufenden Band oder einem Rotor, möglich.

Im folgenden wird nun ein Ausführungsbeispiel exemplarisch betrachtet. Da in der Praxis nur die horizontale Parallaxe von Bedeutung ist, wird in diesem Beispiel auf die vertikale Parallaxe verzichtet. Daher besteht der Shutter (2) in diesem Fall nur aus vertikalen Streifensegmenten (3), hier auch "Schlitze" genannt.

Die relevanten Systemparameter sind in Fig. 2a angegeben, jedoch nicht maßstäblich gezeichnet. Der Shutter (2) und der Bildschirm (1) haben den Abstand Z zueinander. Die Augen des Betrachters sollen sich auf einer Sehlinie im Abstand W frei bewegen können. Das zu generierende Volumen (gestrichelt) erstreckt sich vom Bildschirm (1) um dD in die Tiefe. Die Längsdimension des Volumens ist L , während der Shutter (2) die Länge S hat. Die Breite eines einzelnen Shuttersegmentes (3) sei d .

Die Dimensionen sind im Prinzip frei wählbar, allerdings müssen gewisse Randbedingungen beachtet werden. Zunächst einmal darf der Schlitzabstand eine bestimmte Obergrenze nicht überschreiten, die sich aus dem Abstand der Sehlinie zum Shutter (2) berechnet. Für einen gegebenen Abstand (bzw. Abstandsbereich) vom Shutter (2) muß jeder virtuelle Volumenpunkt die beiden Augen eines Betrachters durch verschiedene Shuttersegmente (3) erreichen. Ansonsten würde der Stereoeffekt bei der Betrachtung verlorengehen. Es ist auch günstig, das Verhältnis von L/dD möglichst zu eins zu haben, um eine angemessene Tiefe im Verhältnis zur transversalen Ausdehnung zu erreichen. Weiterhin sollte L in seiner Größe ähnlich der Länge S des Shutters (2) sein, um einen großen Blickwinkel zu realisieren.

Eine mögliche Dimensionierung ist beispielsweise:

$Z = 1000 \text{ mm}$
 $S = 350 \text{ mm}$
 $L = 500 \text{ mm}$
 $dD = 300 \text{ mm}$
 $150 \text{ mm} < W < 250 \text{ mm}$

Der maximale Schlitzabstand bzw. die maximale Shuttersegmentbreite bestimmt sich hieraus, indem ein Punkt P mit beiden Augen im Volumen fixiert (angepeilt) und die Schnittpunkte der Verbindungslinien Auge — Volumenpunkt in der Ebene S bestimmt wird. Diese Distanz ist die maximale Schlitzgröße. Im schlechtesten Fall ergibt sich für die angegebenen Parameterdimensionen ein maximaler Schlitzabstand d_{\max} von 52 mm. Damit würde sich eine minimale Anzahl von Perspektiven $N_{\min} = (350/52) = 7$ ergeben. Leider reicht diese Zahl der Perspektiven nicht aus um einen quasi-kontinuierlichen Wechsel der Perspektiven zu erreichen. Mit den gegebenen Parametern, ergibt sich

nämlich die Verschiebung r eines Volumenpunktes auf dem Bildschirm (1) zu (siehe Fig. 3):

$$r = (dD/(Z + dD)) \cdot d_{\max} = 12 \text{ mm}$$

Diese Distanz ist deutlich oberhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges und würden einen abrupten Perspektivenwechsel zur Folge haben, das sog. "flipping". Daher müssen die Schlitzgrößen deutlich reduziert werden. Legt man daher umgekehrt eine Auflösung von $r = 2 \text{ mm}$ zugrunde, so bestimmt sich d zu 8,7 mm und die Anzahl N zu 40. Diese Anzahl dürfte auch Richtwert für vergleichbare Parameterbestimmungen sein (z. B. kleineres Volumen in geringerem Abstand). Der abgedeckte Winkelbereich des Objektes beträgt in diesem Beispiel etwa 200.

Ende der Beschreibung des Ausführungsbeispiels.

Um ein kompakteres System zu realisieren, läßt sich der Lichtweg zwischen Bildschirm und Shutter mit Hilfe eines oder mehrerer Spiegel falten.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht an eine bestimmte Ausführungsform gebunden. Während die Benutzung von elektrooptischen Shuttern und geeigneten Flachbildschirmen, bzw. gegebenenfalls modifizierten Kathodenstrahlbildschirmen die effektivste und wahrscheinlichste Umsetzung ist, sind andere Implementierungen möglich. So kann der Bildschirm durch eine Dia- oder Filmprojektion ersetzt werden. Im Fall einer Diaprojektion sollen für jede anzuzeigende Perspektive ein Diaprojektor verwendet und diese synchronisiert mit den Shuttersegmenten umgeschaltet werden. Dies erfolgt durch elektrooptische oder mechanische Blenden im Lichtweg der Projektoren oder auch durch die Verwendung von Blitzlampen in den Projektoren. Die Blenden können separat oder in Verbindung mit dem Shutter (2) auch in Form eines umlaufenden Bandes oder Rotors ausgebildet sein.

Um die Anforderungen an die Bildwiederholraten und Lichtstärken herabzusetzen, lassen sich die Bilder von z. B. zwei Bildschirmen durch einen halbdurchlässigen Spiegel überlagern, so daß sich die Anzahl der wiederzugebenden Perspektiven und die erforderliche Leuchtstärke für einen einzelnen Bildschirm verringern.

Weiterhin können durch Verwendung mehrerer Shutter und Bildschirme größere Winkelbereiche, bis hin zur vollen 360° Darstellung, realisiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur autostereoskopischen Bild-, Film und Fernseh wiedergabe **dadurch gekennzeichnet**, daß sich vor einem Bildschirm (1) ein optischer Shutter (2) befindet, der segmentweise optisch sperrend oder durchlässig geschaltet wird und daß auf dem Bildschirm zu einer Zeit jeweils gerade die perspektivische Ansicht dargestellt wird, die von der Position des geöffneten Shuttersegments (3) aufgenommen, errechnet bzw. aus verschiedenen Bildern zusammengesetzt wurde. Dabei werden die Shuttersegmente (2) so schnell durchlaufen und die dazugehörigen Perspektiven auf dem Bildschirm (1) so schnell nacheinander angezeigt, daß das Umschalten für das menschliche Auge nicht mehr wahrnehmbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Shutter (2) horizontal und/oder vertikal segmentiert ist und so die entsprechende Parallaxe erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß für den Shutter (2) LCD, PLZT oder ferroelektrische Materialien oder auch mechanische Blenden wie ein umlaufendes Band oder Rotor eingesetzt werden. 5
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtweg zwischen Bildschirm (1) und Shutter (2) mittels eines oder mehrerer Spiegel gefaltet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildsequenz über eine Kathodenstrahlröhre, Video Projektor, LCD Projektor, LCD-, PLZT-, Plasma-, Elektrolumniszenz- oder ferroelektrischen Bildschirm (1) wiedergegeben oder von einem Dia- oder Filmprojektor auf einen Bildschirm (1), der als Mattscheibe oder Leinwand ausgebildet ist, projiziert wird. 10 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß so viele Diaprojektoren verwendet werden, wie Shuttersegmente (3) vorhanden sind und die Projektoren entsprechend des jeweils geöffneten Shuttersegments (3) eingeschaltet werden. 20
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Lichtweg der Projektoren mechanische oder elektrooptische Blenden angebracht werden und mit den Shutterpositionen synchronisiert geschaltet werden. 25
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Blenden mechanisch als Rotor oder umlaufendes Band realisiert werden. 30
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in den Diaprojektoren Blitzlampen verwendet und entsprechend des jeweils geöffneten Shuttersegmentes (3) gezündet werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Bildwiedergabeeinrichtungen (1) verwendet werden, die Bildsequenz entsprechend auf diese Einheiten aufgeteilt wird und die Bilder überlagert werden. 35
11. Verfahren nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Systeme bestehend jeweils aus Bildschirm (1) und Shutter (2) nebeneinander bzw. in einem Kreis angeordnet werden, um einen größeren Winkelbereich bis hin zur vollen 360° Darstellung zu realisieren. 40 45

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

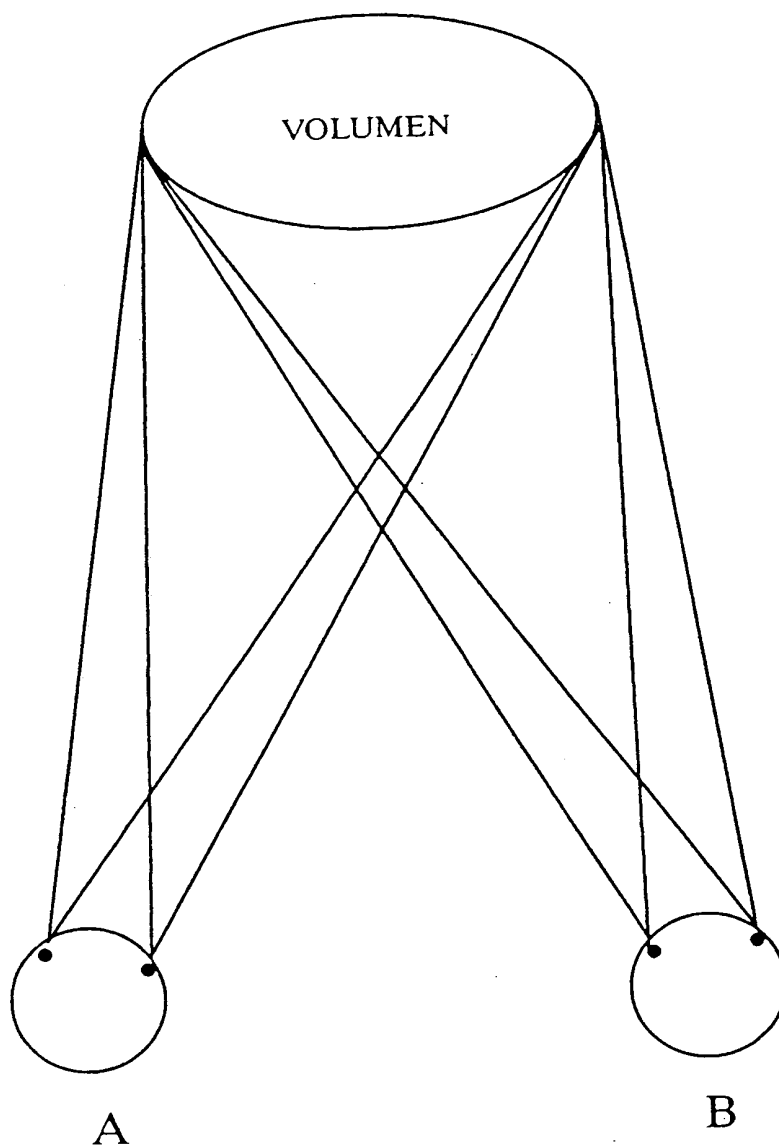
50

55

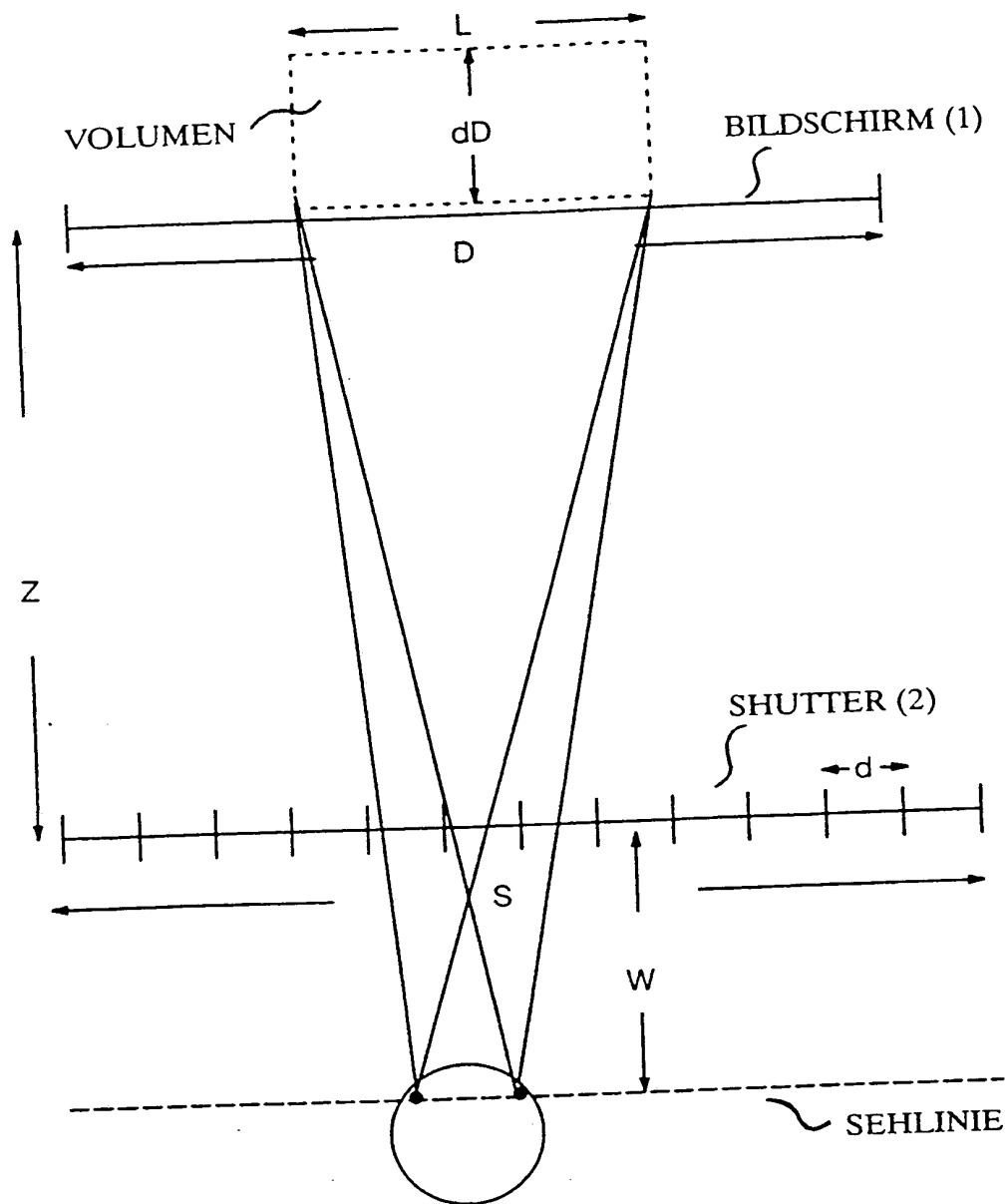
60

65

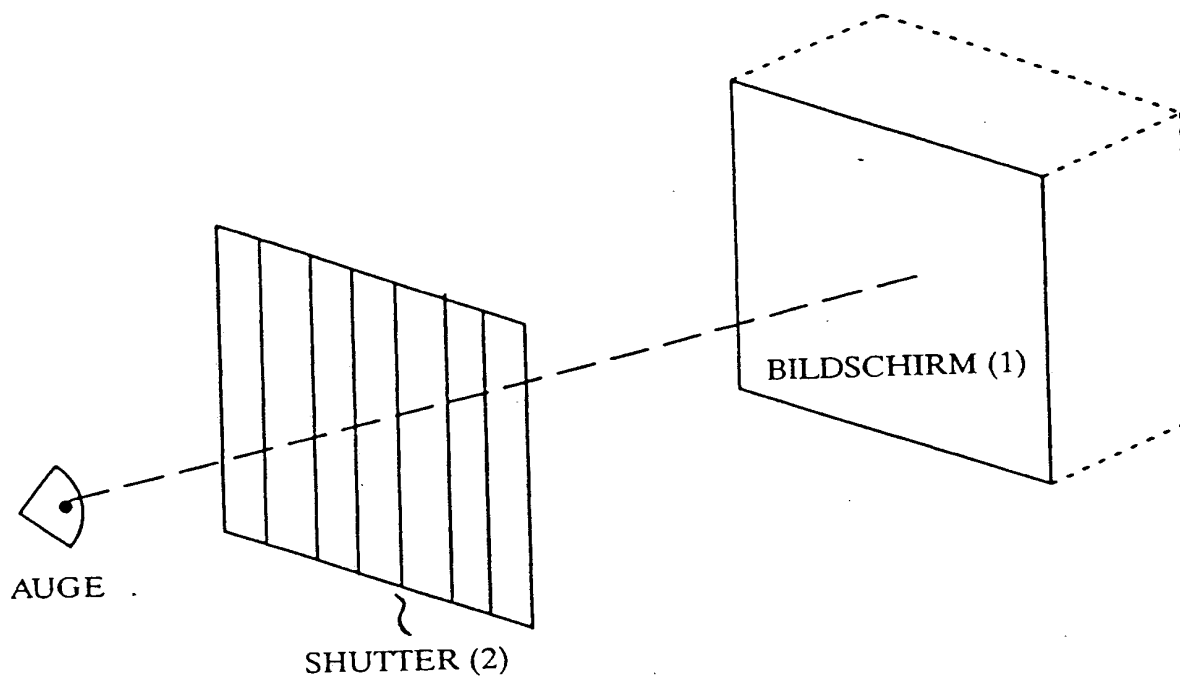
- Leerseite -



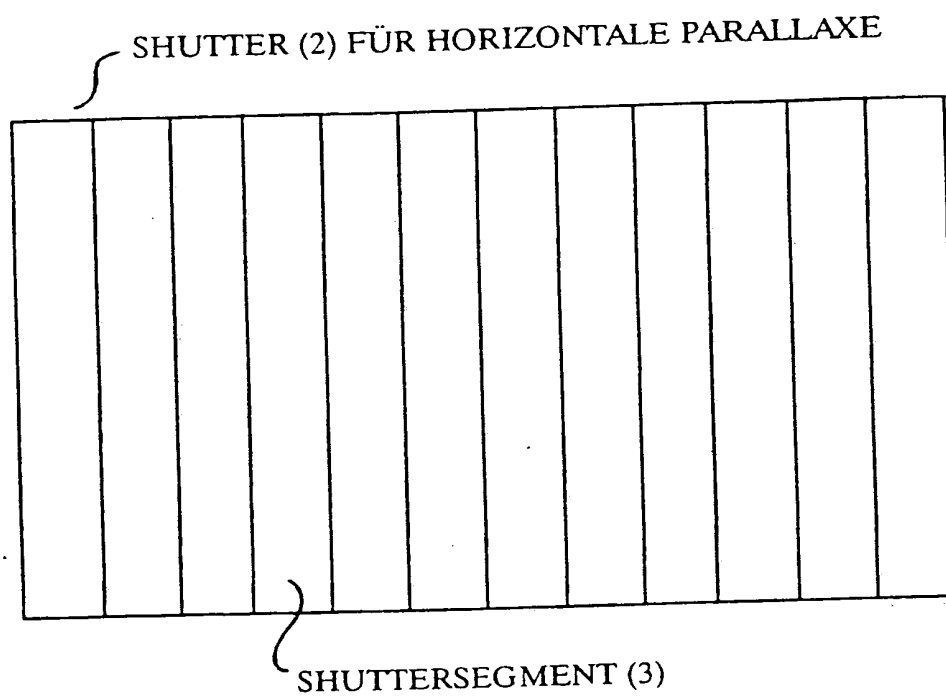
Figur 1



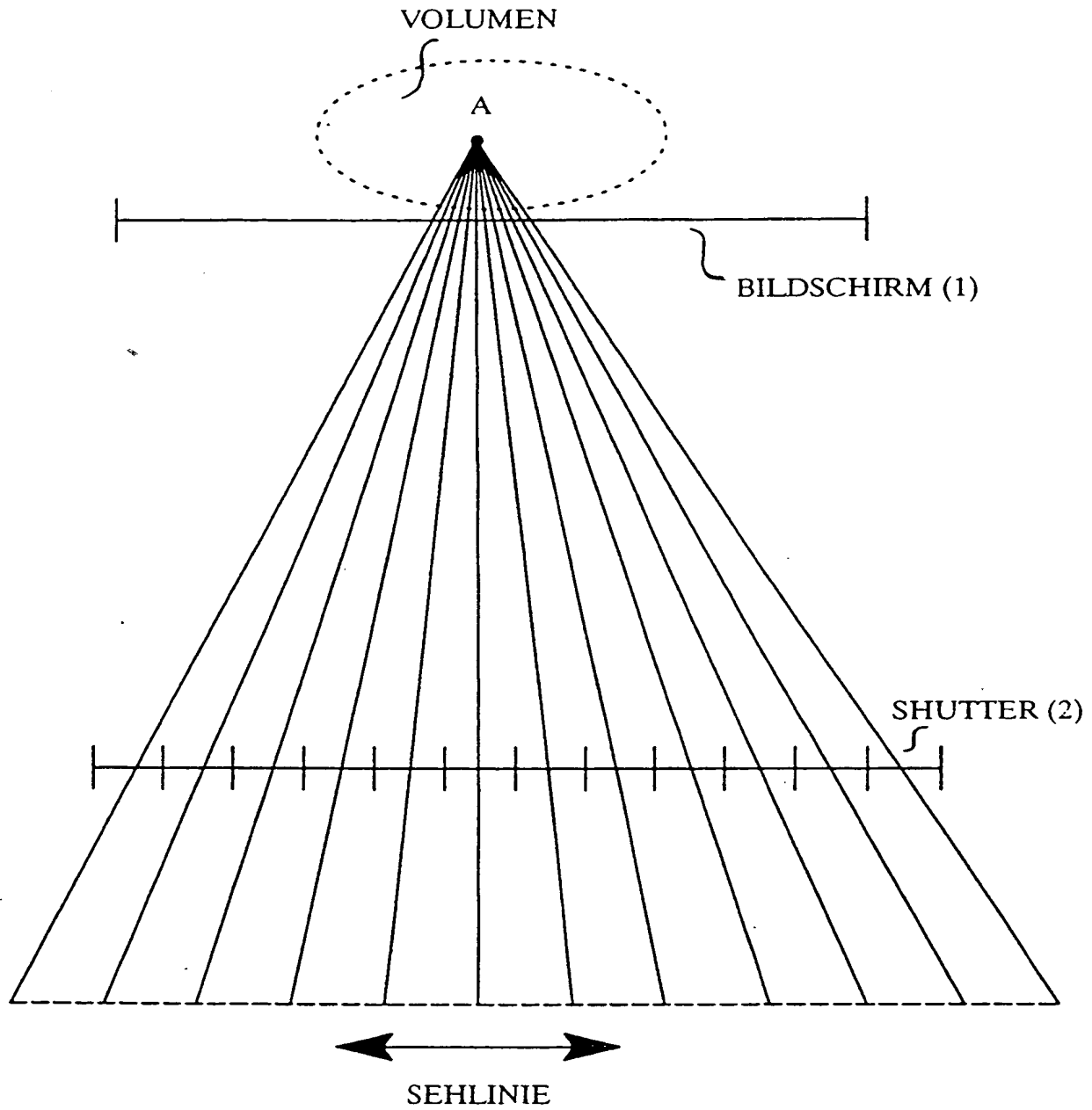
Figur 2a



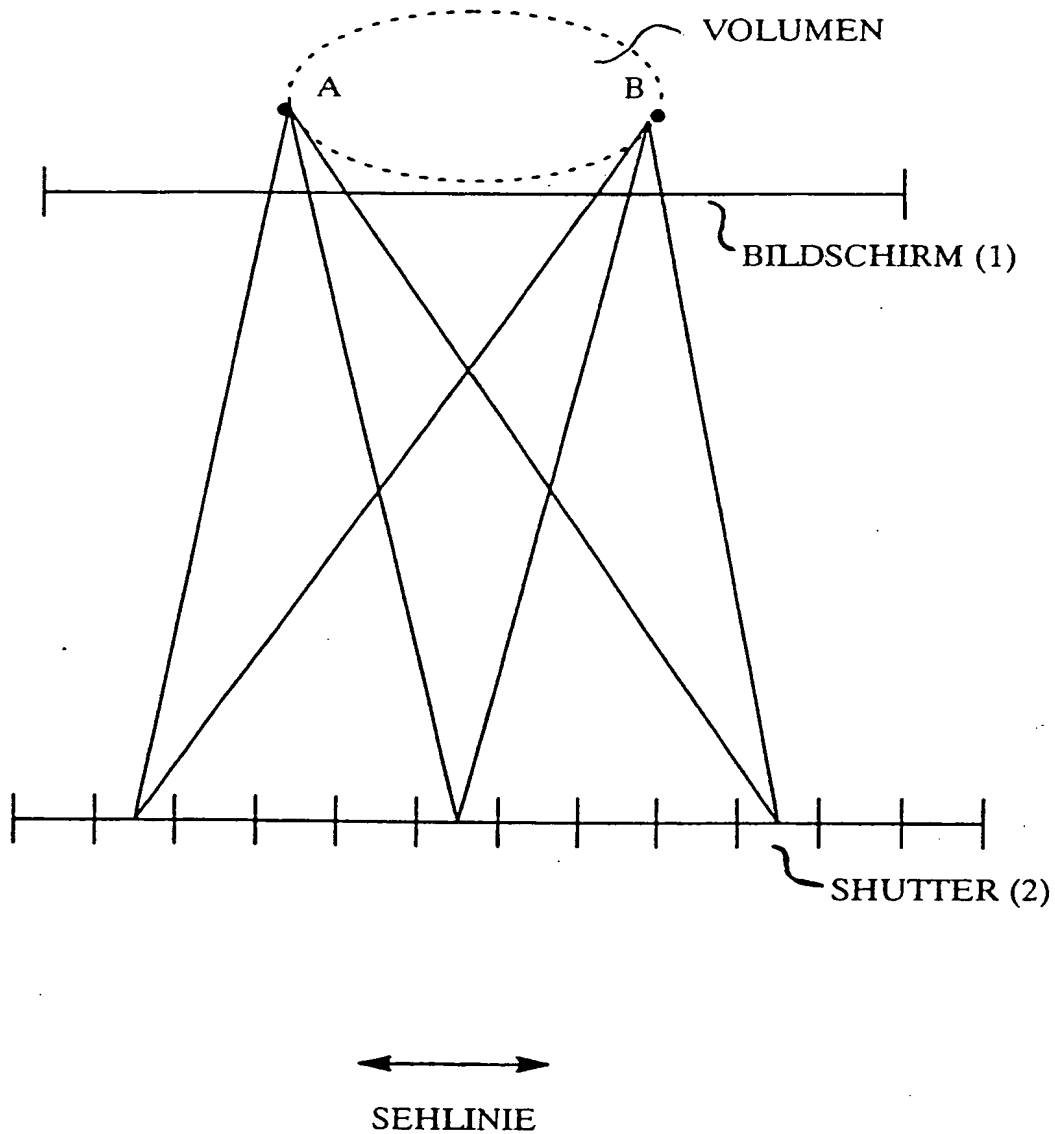
Figur 2b



Figur 3



Figur 4



Figur 5